

Научно-практический семинар «Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений», 17-19 сентября 2019 года, г. Минск, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси



Национальная академия наук Беларуси

Государственное научное учреждение
Институт экспериментальной ботаники
им. В.Ф. Купревича

Методология и способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков



Минск
2019

Авторы: Н.А.Ламан, В.Н.Прохоров, А.В.Бабков, М.М.Сак, А.В.Усик,
Е.Н.Олешук, К.М.Герасимович, И.А.Овчинников

В брошюре особое внимание уделено методологии, на которой должны основываться способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других инвазивных видов.

Брошюра подготовлена на основе материалов научно-практического семинара «Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений» (г. Минск, 17-19 сентября 2019 года, Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф.Купревича НАН Беларуси) и анализа практического опыта авторов по борьбе с борщевиком Сосновского.

Предназначена для биологов, специалистов по использованию и сохранению природных растительных ресурсов, экологов, преподавателей и студентов высших учебных заведений биологического и сельскохозяйственного профилей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ	8
МЕТОДОЛОГИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ИСКОРЕНЕНИЯ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ	15
СПОСОБЫ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО	18
ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО	24
ФОТОСЕНСИБИЛИЗИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ	35
ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ.....	43

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы в научной литературе, в средствах массовой информации, на многочисленных интернет-сайтах активно обсуждается проблема широкого распространения в странах Европы и СНГ несвойственных аборигенной флоре представителей из рода *Heracleum*, так называемых гигантских борщевиков.

Обладая быстрым ростом, способностью накапливать огромный запас пластических веществ в подземных органах, зимостойкостью, устойчивостью к болезням и вредителям, исключительно высокой семенной продуктивностью и мощным конкурентным потенциалом, эти «пришельцы» теснят местные виды травянистых растений на открытых пространствах – вдоль дорог, линий электропередач, по берегам рек, озер и каналов, на нарушенных и заброшенных землях, пустырях, опушках лесов, в местах массового отдыха людей.

Род Борщевик – один из крупнейших в семействе Зонтичные. Название *Heracleum* дано Плинием в честь древнегреческого героя Геракла, который согласно легенде был одарен необычайной силой. Карл Линней – это название присвоил роду, очевидно обратив внимание на крупные размеры и мощно развитую корневую систему растений. Сплошные заросли гигантских борщевиков с крупными розеточными листьями и цветоносами высотой до 3-4 м и более называют «травянистыми лесами».



Рисунок 1 – Популяция борщевика Сосновского в Дзержинском районе Минской области рядом с лесным массивом, 2010 год.

В естественном ареале борщевик Сосновского произрастает в пределах Северного Кавказа, Закавказья и Турции, является горно-лесным и субальпийским луговым эндемичным видом. В природных условиях занимает небольшие площади, т.к. активно поедается копытными и испытывает конкуренцию со стороны других видов.

В результате неудавшейся попытки введения в культуру, как кормового силосного растения, борщевик Сосновского к настоящему времени широко

распространился на территории северной части Восточной Европы, из Западной Сибири продвигается на восток континента, активно растут площади произрастания этого инвазивного вида на Сахалине. Основными путями распространения в Беларуси являются пустоши и выведенные из сельскохозяйственного поля, обочины автомобильных и железных дорог, русла мелиоративных каналов и малых рек, парки и скверы, заброшенные приусадебные участки в деревнях. В городских условиях распространению борщевика способствует использование засоренного его жизнеспособными семенами плодородного слоя почвы при создании и ремонте газонов.

Для обоснования мероприятий по борьбе с гигантскими борщевиками, особенно борщевиком Мантегацци, широко распространившимся в Западной Европе, Европейской комиссией в 2002-2005 гг. в рамках 5-й базовой Программы EESD (Ener - and Sustainable Development) финансировался проект «Giant Alien Project» по изучению гигантских борщевиков и разработке мер по борьбе с ними. В выполнении проекта принимали участие более 40 ученых из 7 стран. Изучались особенности биологии и экологии наиболее распространенного в Западной Европе борщевика Мантегацци, его таксономия и генетика, развитие и фенология, популяционная динамика, а также патогенные организмы и насекомые-фитофаги, питающиеся борщевиком, с целью возможного привлечения их в качестве агентов, ограничивающих распространение этого инвазивного растения.

Проведенные комплексные научные исследования позволили подготовить «Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками)», которое издано в 2005 году на 8-ми языках, в т.ч. и на русском. В 2007 году вышло новое издание «Ecology and management of giant hogweed (*Heracleum mantegazzianum*)», где обобщены многолетние исследования ученых стран Европейского сообщества по борщевикку Мантегацци. К сожалению, радикальных мер борьбы с распространением борщевиков в этих изданиях не предложено. Главные из них – механическое удаление растений путем выкапывания стеблекорня, выпас животных и применение глифосатсодержащих гербицидов сплошного действия.

За 15 лет после выхода из печати «Практического пособия по борьбе с гигантскими борщевиками» выполнен значительный объем исследований по обоснованию способов ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков в Беларуси, Российской Федерации, Прибалтике, Чехии и Польше, появились многочисленные рекомендации, отражающие накопленный положительный опыт в решении этой актуальной проблемы. К примеру, в Российской Федерации только в 2019 году изданы «Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского в Московской области», «Рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территории Новгородской области» (издание третье, переработанное и дополненное), «Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского в Свердловской области», «Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского в Удмуртской республике» (подготовлены специалистами Ижевской ГСХА) и другие.

В Республике Беларусь первым, наиболее важным шагом в решении этой проблемы стал принятый в 2008 году Советом Министров Республики Беларусь «План действий по предотвращению и минимизации ущерба от распространения вредоносного чужеродного вида растений – борщевика Сосновского».

В 2008 году в развитие «Плана действий...» вышло постановление Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь «О некоторых вопросах регулирования распространения и численности дикорастущих растений отдельных видов». Были разработаны и утверждены «Правила о порядке проведения мероприятий по регулированию распространения и численности видов дикорастущих растений, которые оказывают вредное воздействие и (или) представляющие угрозу биологическому разнообразию, жизни и здоровью граждан», а также «Методические рекомендации и типовые планы мероприятий и мер борьбы с борщевиком Сосновского».

В рамках Государственного кадастра растительного мира начался учет популяций инвазивных видов растений, а в Государственной программе «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь» были предусмотрены специальные задания по наблюдению за состоянием популяций инвазивных видов растений и динамикой их расширения.

Значительные работы были развернуты при выполнении ряда заданий Государственных программ научных исследований и Государственных научно-технических программ по исследованию биологических особенностей и разработке эффективных способов борьбы с борщевиком Сосновского, созданию препаратов для этих целей и методов их применения.

Так, Институтом экспериментальной ботаники НАН Беларуси были изданы брошюра «Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси» (2009), буклеты «Гигантские борщевики злостные инвазивные виды растений» (2011) и «Гигантские борщевики и меры борьбы с ними» (2015) тиражом по 2000 экземпляров. Вышли публикации с обобщением отечественного и зарубежного опыта по рассматриваемой проблеме (Ламан, Прохоров, 2011).

В этот же период РУП «Институт защиты растений» начал исследования по применению химических методов борьбы с борщевиком Сосновского. На основе результатов этих исследований изданы «Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского» (2011), «Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территориях населенных пунктов» (2011), «Методические рекомендации по применению гербицидов для борьбы с борщевиком Сосновского» (2013).

В 2009 году была проведена учеба специалистов охраны природы и основных землепользователей всех районов Минской области по указанной проблеме. Сотрудники Института регулярно выступали в СМИ, на конференциях районного, областного и республиканского уровней.

Уже первые шаги реализации «Плана действий...2008 года» выявили необходимость принятия ряда решений для повышения эффективности данной работы. Так, многолетнее использование плодородного слоя почвы, снимаемого

со строительных площадок, для закладки и ремонта газонов привело к непроизвольному расселению борщевика Сосновского на территории г. Минска. Институт экспериментальной ботаники подготовил обоснование необходимости предварительной оценки таких грунтов на наличие жизнеспособных семян. Мингорисполком постановлением от 14.10.2010 г. №2399 обязал заказчиков на стадии проектирования строительных объектов постоянно определять возможность использования снимаемого грунта для озеленения в связи с его засоренностью семенами борщевика. Для этих целей Институтом разработаны «Методика определения засоренности плодородного слоя почвы жизнеспособными семенами борщевика Сосновского» (2012) и экспресс - метод определения жизнеспособности семян борщевика Сосновского (патент РБ №20369).

Поскольку одним из главных путей распространения борщевика Сосновского являются берега водоемов, русла рек, мелиоративные каналы и другие водотоки Институт инициировал необходимость внесения в Водный кодекс Республики Беларусь в статью 54 «Режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в прибрежных полосах», где действуют запреты и ограничения и не допускается применение всех видов удобрений и химических средств защиты растений на расстоянии до 10 м по горизонтали от береговой линии, **дополнения** *«...за исключением их применения при проведении работ, связанных с регулированием распространения и численности дикорастущих растений отдельных видов в соответствии с законодательством о растительном мире, о защите растений»*. В новой редакции Водного кодекса Республики Беларусь, вступившего в силу 21 мая 2015 года, такое дополнение имеется.

В 2017 году во исполнение поручений Администрации Президента Республики Беларусь от 16 августа 2017 года №09/315 и последующего Совета Министров Республики Беларусь от 13 сентября 2017 года № 06/214-212/10533р разработана «Стратегия и план действий по борьбе с борщевиком Сосновского и другими опасными инвазивными видами растений на территории Республики Беларусь на 2018-2025 гг.», которая утверждена решением Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (Минприроды) №48-Р от 10.08.2018 г.

4 мая 2018 года в г.Минске в районе ул. 2-я Лошица (территория сильного распространения борщевика Сосновского) состоялась практическая часть коллегии Минприроды по вопросу регулирования распространения и численности борщевика Сосновского на территории г. Минска. Мероприятие проводилось в соответствии с поручением Совета Министров Республики Беларусь от 3 мая 2018 года №06/241-111/510бр.

На коллегии Минприроды было принято решение провести апробацию современных эффективных методов борьбы с борщевиком Сосновского и представить конкретные предложения по обеспечению распространения полученного положительного опыта в целом по стране. В апробации методов приняли участие:

✓ РУП «Институт защиты растений»;

- ✓ Специалисты фирмы «Август-Бел»;
- ✓ Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси.

Институт экспериментальной ботаники НАН Беларуси по согласованию и при поддержке Минского городского комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды и УП «Зеленстрой Октябрьского района г.Минска» провел работы по испытанию предложенного способа на площади почти 100 га (парк «Курасовщина», РНПЦ травматологии и ортопедии и др.).

Учитывая важность проблемы инвазивных видов растений Институтом 17-19 сентября 2019 года проведен Научно-практический семинар «Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений», изданы материалы научно-практического семинара.

Состоявшееся на семинаре обсуждение проблемы, анализ уже накопленного десятилетнего опыта работы по ограничению распространения и искоренения гигантских борщевиков приводят к выводу, что эффективность решения проблемы по уничтожению борщевика Сосновского и других инвазивных видов включает необходимость:

1) конкретных знаний – каждый инвазивный вид требует специального изучения, т.к. уникален как природный объект. Необходимо досконально знать особенности жизненного цикла растения от семени до семени; требования к условиям произрастания; сильные и уязвимые стороны растения, в первую очередь способы размножения;

2) системной, взаимоувязанной работы и ответственности всех землепользователей, а также понимания и содействия на всех административных уровнях;

3) специального оборудования, материалов и финансового обеспечения;

4) тщательного отбора и обучения исполнителей по применению гербицидов для борьбы с гигантскими борщевиками, знаний по особенностям механизма действия используемых препаратов и факторов, определяющих их эффективность;

5) особого внимания заслуживает проблема приёмки выполненной исполнителями работы по уничтожению популяций гигантских борщевиков как по объему, так и по качеству, т.е. оценка эффективности использования средств республиканского и местных бюджетов, выделяемых на эти цели.

Накопленный практический опыт позволяет заключить, что сегодня гербицидные препараты, действующим веществом которых является метсульфурон-метил, например, Магнум, ВДГ (ЗАО Фирма «Август»), позволяют наиболее эффективно и дешево решать проблему ограничения распространения борщевика Сосновского и других инвазивных видов. Дозы, которые подавляют рост инвазивных растений, находятся в пределах 5-10 г/га, как и рекомендуемая доза против двудольных сорняков в посевах зерновых культур. Увеличением применяемой дозы успешно решается и проблема истощения запаса жизнеспособных семян гигантских борщевиков в почве.

Более подробно изложенные выше проблемы будут рассмотрены в ниже.

ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ

Знание особенностей роста и развития гигантских борщевиков является основой для разработки и применения эффективных методов борьбы с ними. В настоящее время на территории Республики Беларусь основная часть площадей, засоренных гигантскими борщевиками, приходится на борщевик Сосновского.

Борщевик Сосновского – многолетний монокарпик. Плод у борщевиков, как и у многих других представителей семейства Зонтичные, вислоплодник, распадающийся на два сухих односемянных полуплодика, в ботанической терминологии называемых мерикарпиями. Полуплодики в зонтиках висят на вилочке, которая называется карпофорой (рис.2).



Рисунок 2 – Полуплодики борщевика Сосновского в фазе зеленой спелости

Полуплодики у борщевика Сосновского крупные, обычно продолговато-овальные, реже овальные, 9-15 мм длины и 6-8 мм ширины, по краю и у основания покрыты короткими волосками. На спинной стороне полуплодиков имеется пять слабовыступающих нитевидных ребер, из которых краевые крыловидные, что придает семенам хорошую парусность.

Между ребрами на спинной стороне полуплодика расположены четыре узкие, к нижнему концу мешковидно расширенные секреторные эфиромасличные каналцы. Средняя пара их достигает $2/3$, а боковые – $1/2$ длины мерикарпия. На брюшной, слегка вогнутой стороне полуплодика, эфиромасличных каналцев два, при этом они короче и несколько шире, чем на спинной стороне (рис.3). Масса 1000 полуплодиков (семян) борщевика Сосновского колеблется от 10 до 20 г.



Рисунок 3 – Полуплодики борщевика Сосновского на карпофоре.
 Фото в проходящем свете при увеличении 1×. Темное пятно в центре
 полуплодика – семя.

Если немного увлажнить полуплодик и аккуратно пинцетом снять плодую оболочку, обнаружим плоское с носиком семя. Размеры семени по отношению к полуплодику, а также тот факт, что эфиромасличные каналцы располагаются в плодовой оболочке, хорошо видны на фотографии, сделанной в проходящем свете (рис.4).

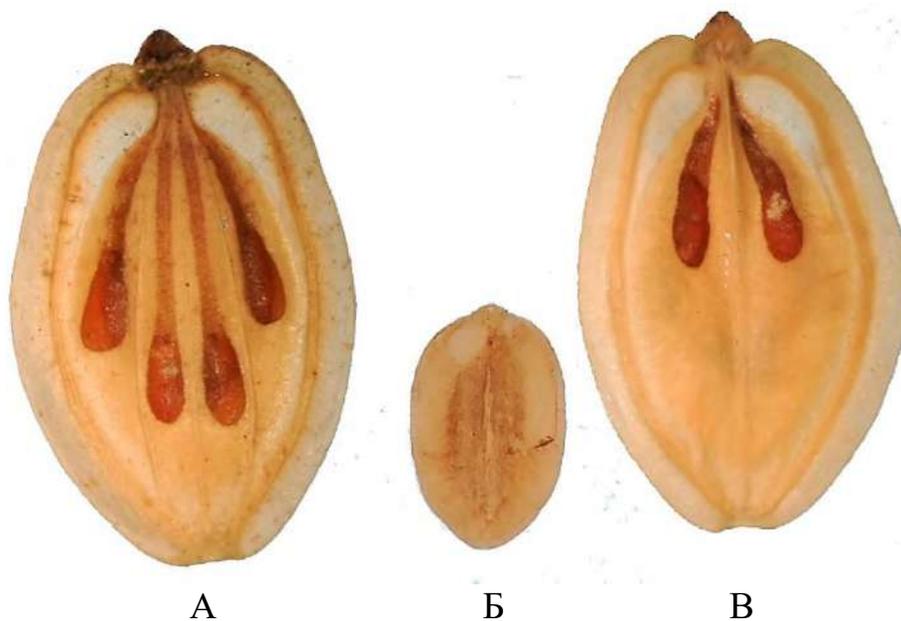


Рисунок 4 – А – внешняя сторона плодовой оболочки с 4-мя эфиромасличными
 каналцами; Б – семя; В -внутренняя сторона плодовой оболочки с 2-мя
 эфиромасличными каналцами

На микропиллярном конце семени (на фото 4 Б верхняя его часть), образованном рыхло лежащими клетками эндосперма, находится зародыш. Зародыш в семени дифференцирован на две семядоли, гипокотиль, корешок и

зачатки верхушечной почки. Осевая часть зародыша цилиндрической формы с заостренным концом. Длина семядолей составляет $\frac{1}{2}$ длины зародыша (рис.5).

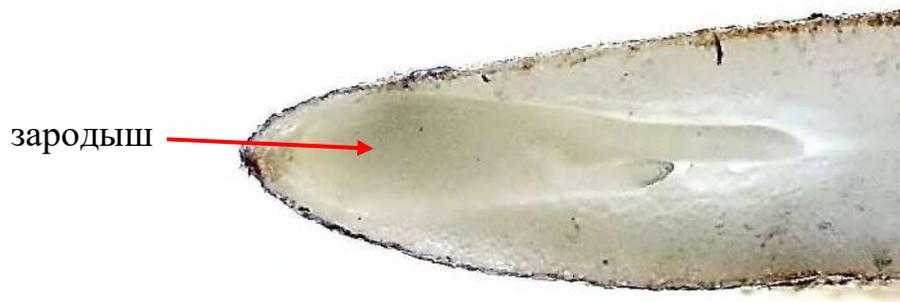


Рисунок 5 – Общий вид зародыша борщевика Сосновского и его расположение при продольном разрезе микропилярного конца семени в вертикальной плоскости. Фото в проходящем свете при увеличении 4х.

В многочисленных исследованиях выявлены четкие различия по длине зародыша у собранных в разные годы семян, что указывает на зависимость развития зародыша от погодно-климатических условий произрастания растений.

По данным, имеющимся в научной литературе, длина зародыша у борщевика Сосновского в зависимости от года сбора колебалась от 0,99 мм до 1,65 мм, что составляет соответственно 15,5 и 30,5 % от длины эндосперма.

Для всех видов борщевиков характерным является недоразвитие зародыша к концу созревания семени, поэтому сразу после опадения с материнского растения он не способен прорасти. Для доразвития зародыша требуется длительный период стратификации при пониженной температуре и высокой влажности. В естественных условиях этот период начинается с осени, когда семена попали на почву, продолжается зимой и ранней весной. Как только почва весной прогрелась, семена борщевиков быстро прорастают.

Прорастая, борщевик Сосновского выносит на поверхность почвы семядоли, затем через 2 недели формируется первый цельный нерассечённый настоящий лист (рис.6).



Рисунок 6 – Начальные фазы развития борщевика Сосновского: слева – всходы в фазе семядолей, справа – фаза первого настоящего листа

Каждый очередной лист крупнее предыдущего, пластинка листа взрослого растения рассеченная, имеет 5 долей. Растение в вегетативный период развития представляет собой розетку из 3-5-ти листьев, которые весной у растений второго и последующих годов жизни до начала роста листовых черешков распластаны на поверхности почвы, у последующей генерации листьев листовые пластинки приподнимаются удлиняющимися черешками на высоту до 1 м и более (рис.7).



Рисунок 7 – Фаза вегетативного развития борщевика Sosновского: слева отрастающее весной растение, справа – растение в фазе розетки в летний период вегетации

С появлением семядольных, а затем и первых настоящих листьев, подсемядольная часть растения и верхняя часть корня сжимаются, в результате верхушечная почка постепенно погружается в почву на глубину до 10-12 см. Корень по мере роста растений утолщается, накапливая запасные питательные вещества. В научной литературе эту утолщенную часть корня с находящейся на ней верхушечной почкой называют стеблекорень. Он может быть цельным или разветвленным. Стеблекорень является зимующей частью растения (рис.8).



Рисунок 8 – Разные по форме стеблекорни борщевика Sosновского

Находясь в почве, верхушечная точка роста на стеблекорне постоянно вычленяет зачатки листьев. Поэтому в течение нескольких лет растение борщевика Сосновского представляет розетку из 3-5 листьев.

Когда растение вступает в генеративную фазу, верхушечная почка начинает формировать зачатки соцветий (зонтиков) и цветков. В рост трогаются и почки в пазухах листьев на цветоносе, они также формируют зонтики и цветки. Спящими остаются почки на верхушке стеблекорня в почве. Они трогаются в рост, когда срезается надземная часть цветоноса. Однако и в этом случае из спящих почек формируются генеративные побеги. В этом заключается монокарпичность борщевика, поскольку вегетативные почки возобновления отсутствуют.

Междоузлия удлиняются, верхушка цветоносного побега с растущим на ней центральным зонтиком выходит из почвы. Начинается период интенсивного роста цветоносного побега (рис.9).



Рисунок 9 – Растение борщевика Сосновского в генеративный период развития: слева – выход соцветия из листовых влагалищ; справа – фаза бутонизации

Нижние междоузлия растущего цветоноса остаются укороченными, составляя с крупными прикорневыми листьями розеточную часть растения, средние междоузлия сильно удлиняются. Междоузлия между верхними четырьмя-пятью узлами также остаются укороченными, из пазух редуцированных при них листьев появляются четыре - пять боковых побегов с зонтиками на верхушках. Их называют зонтики – сателлиты или спутники. Несущие их междоузлия обгоняют в росте верхушечное с центральным зонтиком и боковые зонтики – спутники оказываются над центральным зонтиком, что типично для цветоносов борщевиков (рис.10).

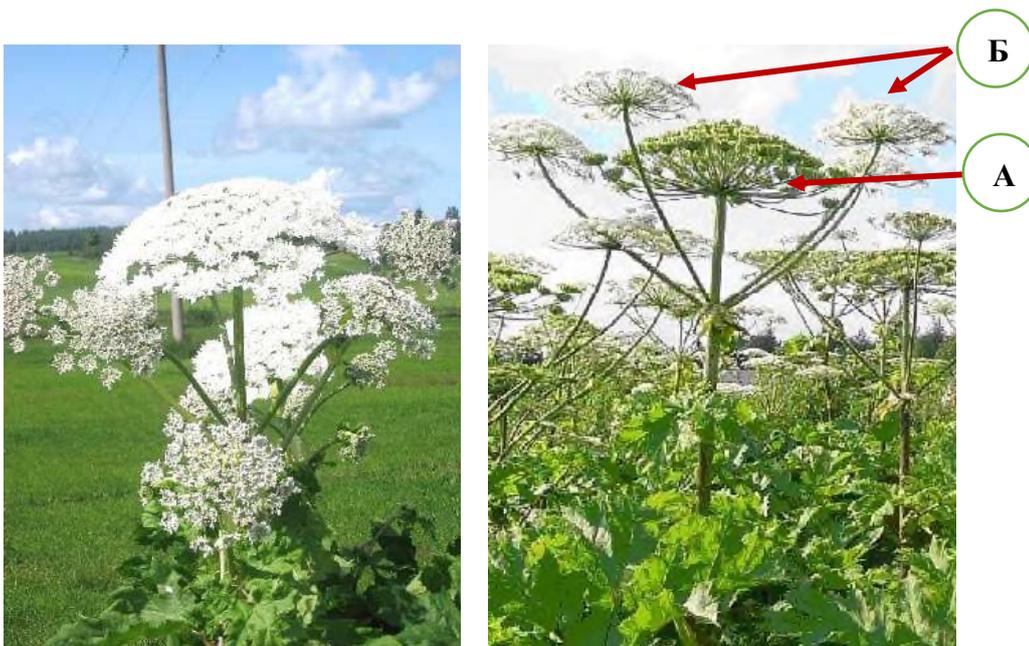


Рисунок 10 – Фаза цветения борщевика Sosновского:
 А – центральный зонтик, Б – зонтики спутники

Идет быстрый рост соцветий и раскрытие цветков, их опыление, завязывание и налив семян. Соцветие у борщевика Sosновского сложный зонтик, состоящий из 50-60 зонтичков, у которых, в свою очередь, может сформироваться 50 и более полуплодиков. В результате на главном и боковых зонтиках в зависимости от мощности развития растения может образовываться от 10 до 30 тысяч семян. Наибольшее количество крупных и с высокой жизнеспособностью семян формируется на центральном зонтике (рис.11). Чешскими исследователями описано растение борщевика Мантегацци, на котором сформировалось 107800 семян.



Рисунок 11 – Фаза зеленой спелости семян борщевика Sosновского: слева растение после удаления листьев; справа – центральный зонтик

На этом жизненный цикл растения – от семени до семени - заканчивается и оно отмирает, но оставляет огромное семенное потомство. К весне у таких растений полностью отмирает цветонос, стеблекорень и корневая система в целом, поэтому даже самые крупные экземпляры легко выдергиваются из почвы (рис.12).



Рисунок 12 – Растение борщевика Сосновского весной после завершения индивидуального развития (слева), справа – отмершая корневая система растения

Продолжительность цикла развития у борщевика Сосновского (от всходов до отмирания) варьирует от 2 до 5 и даже до 11 лет.

Борщевик Сосновского обладает высокой экологической пластичностью, холодостойкостью и морозостойкостью (переносит весенние и осенние заморозки до -7°C), очень рано отрастает весной, влаголюбив.

Семена нуждаются в стратификации. Около 98% опавших с материнского растения семян находятся на поверхности почвы и в почве на глубине до 5 см. Подавляющая часть семян прорастает весной следующего года.

В пределах естественного ареала борщевик Сосновского обитает в лесном поясе кавказских гор на полянах и опушках, вдоль рек и ручьев, а также в высокотравье субальпийских лугов. В Беларуси растет по залежам, окраинам полей и лесных массивов обочинам дорог как одичавшее или заносное растение, часто образует большие заросли. В местах обитания практически полностью вытесняет аборигенную растительность, образуя нехарактерные по составу и облику для нашей территории растительные сообщества.

Борщевик Сосновского может расти повсеместно, во всех почвенно-климатических зонах республики. Он хорошо развивается на дерново-подзолистых окультуренных почвах легкого и среднего механического состава со слабокислой или нейтральной реакцией среды – супесях, легких и средних суглинках, подстилаемых мореной или песками, а также на дерновых и дерново-карбонатных почвах с временным переувлажнением. Наибольшая скорость расселения отмечена на влажных пойменных луговинах.

МЕТОДОЛОГИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ИСКОРЕНЕНИЯ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ

Под термином методология понимается организация деятельности по ограничению распространения и искоренения гигантских борщевиков, которая упорядочена в целостную систему логически обоснованных приемов и времени их осуществления. Научной основой методологии являются данные по особенностям биологии искореняемого инвазивного вида и закономерностям прохождения им цикла индивидуального развития. Важное значение имеет также знание механизмов формирования популяций этого вида, их пространственной экспансии, которая осуществляется, главным образом, путем производства обильного потомства. Основные особенности заключаются в следующем:

1. За пределы мест произрастания в природных условиях борщевика распространяются только семенами. С учетом исключительно высокой семенной продуктивности растений первоочередной мерой должно быть удаление из популяций и у одиночно произрастающих растений цветоносных побегов. Предотвращение формирования жизнеспособного потомства позволяет решать две задачи. Первая – нет семенного потомства – нет и дальнейшей экспансии борщевика. Вторая – отсутствие семенного потомства не позволяет одиночно произрастающим растениям сформировать популяцию, а существующим популяциям пополнять запас семян в почве, который обеспечивает их стабильность и быстрое восстановление после уничтожения вегетирующих растений.

2. Борщевик Сосновского – многолетний монокарпик, т.е. растения данного вида цветут и плодоносят один раз в жизни, после чего отмирают, оставляя многочисленное семенное потомство. Однако время вступления растений в генеративный период сильно растянуто. Отдельные особи могут зацвести на 2-й год жизни, третий, четвертый и даже 10-й. Это сильно усложняет борьбу с этим инвазивным видом, поскольку даже при регулярном кошении на протяжении многих лет сохраняется вероятность появления цветущих и, соответственно, производящих семенное потомство особей.

3. Еще одна особенность – разнокачественность семян и растянутый во времени период их покоя, что на многие годы обеспечивает потенциальную способность борщевика Сосновского восстанавливать популяции за счет наличия банка семян в почве. В опытах ряда исследователей, где высевалось строго определенное количество семян и велся ежегодный учет всходов, последнее семя взошло через 13 лет.

4. Важная биологическая особенность борщевика Сосновского – явление геофилии. Она заключается в том, что по мере развития проростка во взрослое растение верхушечная почка (точка роста) постепенно погружается в почву за счет сжатия гипокотила (участок проростка от корневой шейки до семядолей) и верхней части корня. В итоге верхушечная почка оказывается в почве на глубине

6-10 см и более, где формируется характерная для борщевиков морфоструктура – стеблекорень (рис.13).



А



Б

Рисунок 13 – Внешний вид растения борщевика Сосновского на вегетативной стадии развития (розетка листьев) с хорошо сформированным стеблекорнем (А), линейные размеры стеблекорня (Б) – длина 30-35 см, толщина – 6-7 см.

Стеблекорень – это фактически корнеплод, который образуется и у других представителей семейства Зонтичные (морковь, пастернак, петрушка). Головка стеблекорня представляет собой сильно укороченный вегетативный побег растения (от нескольких мм до 1-1,5 см). На ней находится верхушечная почка, апикальная меристема которой вычленяет зачатки листьев. В пазухах листьев закладываются боковые почки, однако у борщевика Сосновского они в дальнейшем не развиваются и находятся в состоянии глубокого покоя.

Нахождение укороченного вегетативного побега в почве на глубине 10-12 см обеспечивает высокую устойчивость гигантских борщевиков к скашиванию и поеданию листьев животными, зимостойкость.

5. Одним из каналов непреднамеренного распространения борщевика Сосновского является использование для целей зеленого строительства в городах, обустройства кюветов дорог и т.д. почвы, заготавливаемой на земельных участках, где произрастали эти растения. Вместе с почвой в новые места перемещаются и имеющиеся в ней семена борщевиков и других инвазивных видов.

6. Поскольку к настоящему времени химический способ является основным в борьбе с гигантскими борщевиками, важным условием эффективного применения гербицидов является понимание механизмов действия отдельных из них на растения и поведения в окружающей среде.

Несмотря на то, что рекомендации по эффективному применению гербицидов будут рассмотрены ниже, считаем необходимым обратить внимание на ряд обстоятельств, определяющих эту эффективность.

Во-первых, как показывает анализ, мероприятия по борьбе с гигантскими борщевиками с применением гербицидов проводятся, как правило, на поздних фазах развития растений, когда их устойчивость к гербицидам резко повышается. Это в большинстве случаев приводит к низкой эффективности обработок.

Во-вторых, работа с гербицидами должна проводиться с максимальным учетом механизмов действия и путей поступления их в растения. Например, глифосат содержащие гербициды поступают в растения только через листья, что определяет и оптимальную фазу их применения – развитая листовая поверхность (лучше сомкнутая) при высоте растений до 30 см. Это обстоятельство учитывается при формировании и состава препаративных форм. Например, Раундап содержит 360 г/л действующего вещества (фосфометил-глицин) и 180 г/л поверхностно-активного вещества, которое должно обеспечивать максимальный контакт гербицида с листовой поверхностью и максимально продолжительное время его нахождения на листьях.

В отличие от глифосатов, препараты на основе метсульфурон-метила (Магнум, ВДГ) наиболее эффективны в действии на делящиеся клетки молодых растущих органов. Накопленный в научной литературе материал показывает, что при обработке закончивших рост листьев, основная часть метсульфурон-метила остается в местах обработки и слабо передвигается к местам действия. Для достижения необходимой эффективности при обработке борщевика Сосновского на таких фазах развития растений прибегают к применению повышенных доз гербицида.

Свидетельством сказанному является факт, что в Госреестре Республики Беларусь максимальная доза препарата Магнум ВДГ (регистрант ЗАО Фирма «Август», Россия), рекомендуемая для искоренения борщевика Сосновского, составляет 300 г/га, т.е. в 30 раз превышает максимальную дозу препарата (10 г/га), которая используется для подавления двудольных сорняков в посевах зерновых культур и льна-долгунца.

Наш опыт применения Магнума показывает, что при адресном нанесении препарата (центр розетки листьев, молодой появляющийся лист) практически 100%-ый эффект обеспечивает доза гербицида 5 г/га.

Изложенная выше методология должна быть основой для разработки и эффективного применения способов ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков.

СПОСОБЫ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

Накопленный к настоящему времени опыт включает следующие методы борьбы с этим опасным инвазивным видом.

Выкапывание стеблекорней. Выкапывание стеблекорней – трудоемкий, но самый эффективный метод, благодаря которому борщевик уничтожается после одной операции. Выкапывать следует растения, которые находятся на ювенильной стадии развития. Растения, перешедшие к формированию цветоносов, выкапывать не имеет смысла, поскольку они отомрут. Важно не дать им сформировать семенное потомство путем удаления у цветущих растений зонтиков или цветоноса целиком. Ручной метод эффективен и экономически выгоден для уничтожения одиночных растений или небольших популяций, - менее 200 растений.

Срезание верхней части стеблекорня. Снизить трудозатраты можно, если выкапывание растений заменить на подрезание верхней части стеблекорня под землей, используя для этих целей обычную садовую лопату. Лезвие лопаты ставят под углом к растению и внедряют его в почву таким образом, чтобы стеблекорень был перерезан несколько ниже головки с находящимися на ней верхушечной и боковыми почками. После подрезания верхняя часть стеблекорня вместе с розеткой листьев легко удаляется из почвы. Метод пригоден для подрезания как крупных растений, так и более мелких. Спустя 1-2 недели участок осматривают и подрезают стеблекорни на не полностью подрезанных или пропущенных растениях (рис.14).



Рисунок 14 – Правильное положение лопаты при подрезании стеблекорня под землей (слева) и вид подрезанного стеблекорня (справа)

Вытягивание растений с корнем. Молодые растения борщевика могут быть легко удалены с корнем, путем вытягивания их рукой из почвы в самом начале весны, когда почва сырая, а новые корни у растений еще только начинают формироваться. Поскольку листовые черешки и листья у молодых растений борщевика слабо одревесневшие, тянуть их нужно мягко. Можно использовать небольшую лопаточку или другой ручной инструмент, которые облегчают вытаскивание растений из почвы.

Стравливание путем выпаса скота. В этом случае популяцию борщевика огораживают и используют как пастбище. Работы нужно проводить весной на отрастающих растениях до формирования в популяциях цветоносов. Хорошие результаты получены при выпасе овец (20-30 животных на 1 га), а также коз и лошадей. В местах естественного распространения гигантских борщевиков на Кавказе овцы являются хорошим регулятором численности их популяций. Кроме поедания надземной части растений, они острыми копытами в значительной степени повреждают верхушечную почку на стеблекорне.

Использование укрывных затеняющих материалов. Это эффективный метод при правильном его применении. Рекомендуется на небольших участках, в первую очередь на территориях населенных пунктов. В качестве укрывного материала используется черная полиэтиленовая пленка толщиной 100 мкм. Пленку закрепляют по поверхности участка, затем на определенном расстоянии по всей ее площади раскладывают груз, например, полиэтиленовые пакеты, наполненные почвой или песком. Это необходимо для того, чтобы растущие из стеблекорня листья и молодые проростки не приподняли пленку. Черная пленка не пропускает свет и подавляет развитие растений борщевиков и других сорняков.

Есть примеры эффективного использования для этих целей картона от тары. Листы картона раскладывают по поверхности укрываемого участка и затем засыпают их тонким слоем почвы. Картон, в отличие от полиэтиленовой пленки, не только хорошо подавляет рост растений и всходы борщевика, но экологически безопасен и постепенно полностью разлагается в почве.

Укрытие участка чистым от семян борщевика слоем грунта. Эффективный метод, особенно при благоустройстве территорий. Для того, чтобы семена не могли прорасти участок необходимо засыпать чистой от семян этого вида плодородной почвой слоем не менее 15 см. Большинство семян борщевика способно прорасти с глубины не более 5 см, хотя отмечались случаи их прорастания и с глубины 10 см. В дальнейшем на этой территории, для полного исключения прорастания единичных семян борщевика Сосновского целесообразно формировать плотный газонный травостой из быстрорастущих многолетних видов злаков.

Вспашка. Это один из лучших методов механического уничтожения гигантских борщевиков, хотя и должен применяться для полного их уничтожения в течение нескольких лет, так как крупные стеблекорни способны к отрастанию даже после оборота плугом почвенного пласта. Такие стеблекорни при перепашке желательно выбирать вручную и удалять за пределы поля.

Вспашка значительно снижает и количество проросших семян. Лучшие результаты получаются, если перед вспашкой применены гербициды.

Периодическое скашивание растений. Кошение популяций борщевика Сосновского в настоящее время является одним из наиболее распространенных механических способов борьбы с этим инвазивным видом. Кошение не приводит к полному уничтожению растений, поскольку верхушечная точка роста находится в почве, однако оно позволяет эффективно решать ряд задач. Наибольший эффект достигается при 3-х кратном скашивании в период вегетации.

Во-первых, кошение сильно ослабляет растения.

Во-вторых, периодическое кошение не позволяет растениям, перешедшим к образованию генеративных органов, сформировать семенное потомство. В популяциях борщевика, где проводится периодическое кошение, нет цветущих растений.

В-третьих, при периодическом кошении не только прекращается пополнение запаса семян в почве, но и стимулируется прорастание уже имеющихся в почве семян при снятии растительного покрова.

Кошение осуществляют тракторными косилками, бензокосами и ручными косами. Однако коварство борщевиков и сложность борьбы с ними заключается в том, что они часто способны занимать недоступные для применения указанных механизмов места. Из анализа ситуации по распространению борщевика Сосновского в г.Минске следует, что во многих случаях в этих труднодоступных местах – придорожные кюветы, берега канав и ручьев, захламленные остатками бетонных и железных конструкций территории, деревянные и металлические заграждения, небольшие окна в зарослях кустарников, заброшенные строительные объекты и т.д. – борщевики очень часто не удаляются, цветут и дают обильное семенное потомство. Семена затем ветром, водными потоками, путем налипания на колеса машин и обувь пешеходов переносятся на прилегающие территории.

Накопленный опыт борьбы с борщевиками показывает, что очень эффективным способом подрезания как растений на фазе розетки листьев, так и цветоносов является использование обычной садовой лопаты.

Подрезание растений производят на уровне поверхности почвы легким ударом лопаты в основание цветоноса или розетки листьев. Наиболее оптимальный срок удаления цветоносов – начало раскрытия краевых цветков на центральном зонтике. Лопату насаживают на удлиненный черенок с ручкой и получают инструмент высотой 165 см, что позволяет работнику избегать контакта с растением (рис.15).

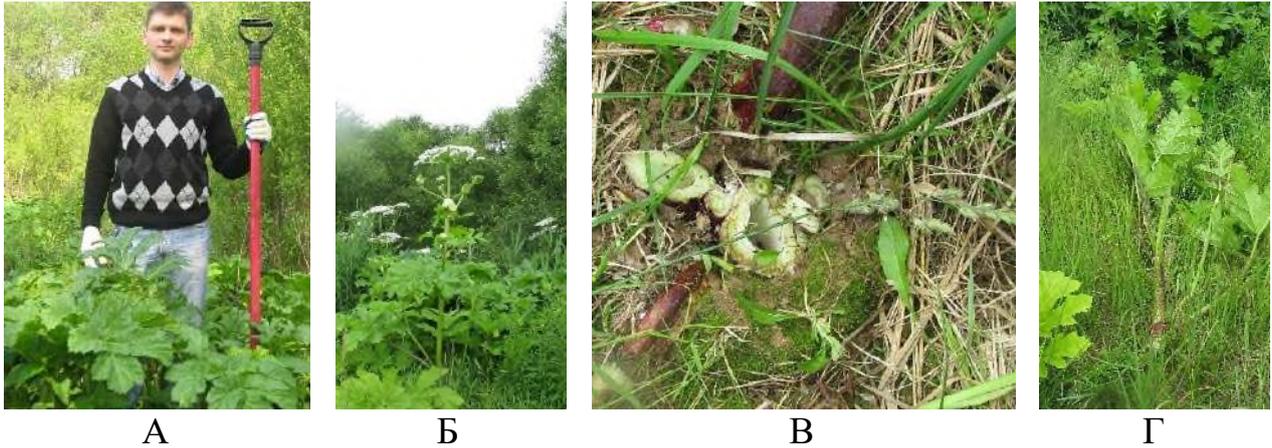


Рисунок 15 – Работник с удлиненной садовой лопатой (А); наиболее оптимальная фаза подрезания цветоносов – зацветание краевых цветков на центральном зонтике (Б): вид оставшейся подземной части растения на уровне земли (В); порезанный цветонос (Г).

При скашивании или подрезании цветоносов лопатой в рост трогаются находящиеся в покое почки в пазухах листьев на подземной части растения. Из них формируются только генеративные побеги, которые появляются на поверхности почвы через 30-40 дней (рис.16).

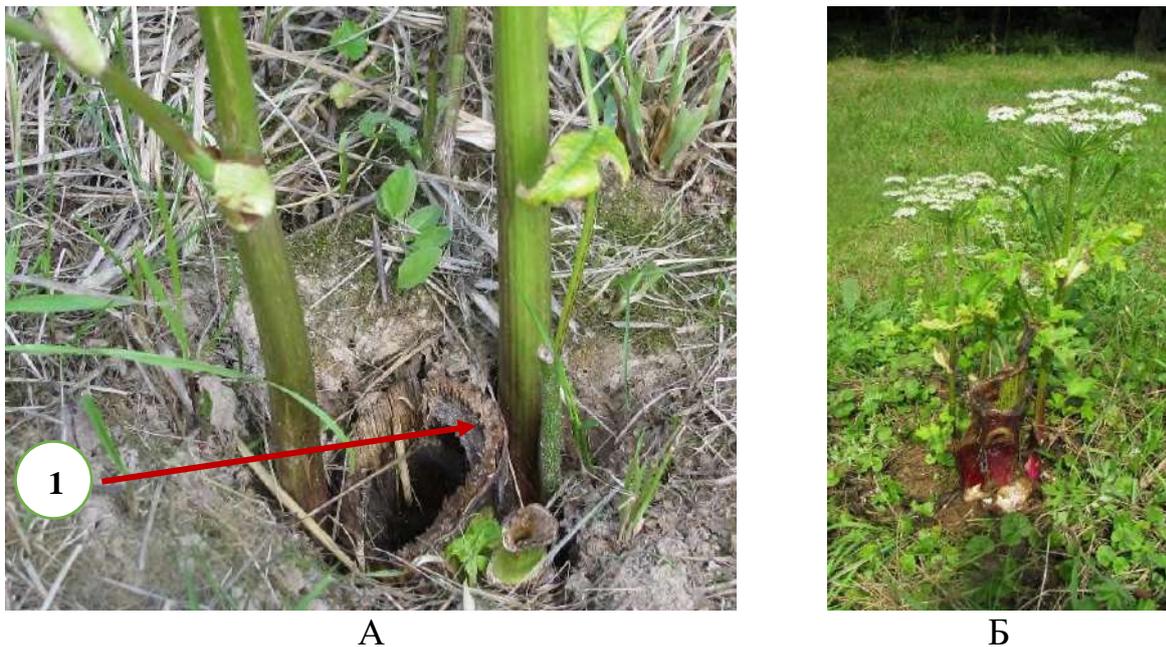


Рисунок 16 – Два побега, появившиеся после удаления главного цветоноса (А) из пазушных почек, расположенных на стеблекорне в почве. Внешний вид таких побегов на фазе цветения (Б). 1 – место подрезания главного цветоноса через 30-40 дней

На указанных выше побегах могут сформироваться жизнеспособные семена, поэтому их необходимо скашивать.

Мы неоднократно наблюдали также, что отдельные из побегов не могут пробиться на поверхность почвы, однако и у них формируется соцветие – зонтик,

т.е. при переходе к генеративному морфогенезу верхушечной почки, все боковые пазушные почки также образуют генеративные органы, что подчеркивает монокарпичность растений борщевика Сосновского (рис.17).

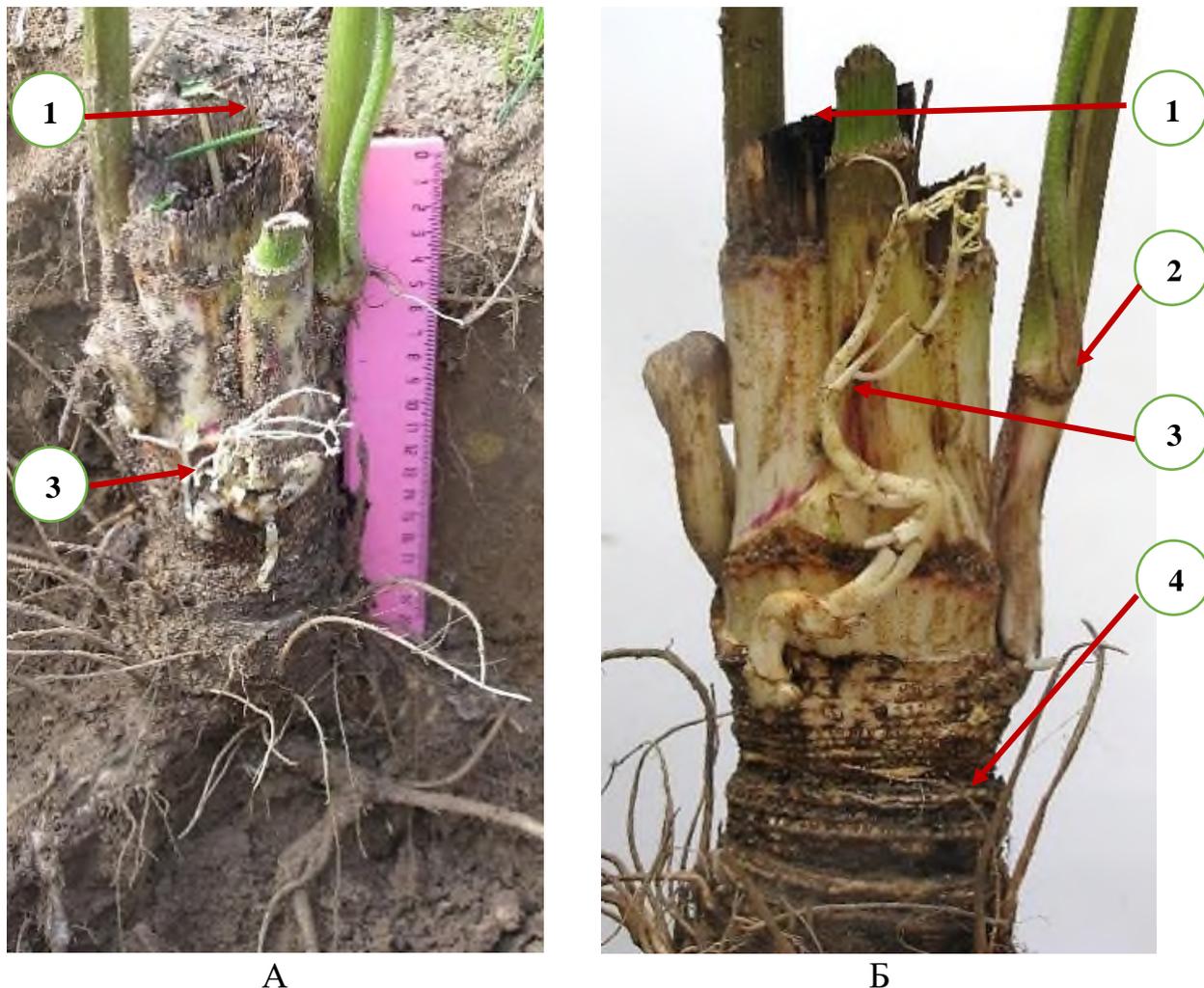


Рисунок 17 – Раскопанная через 30 дней после удаления главного цветonoса (А) и отмытая (Б) нижняя часть растения: 1 – место среза цветonoса; 2 – боковой побег из пазушной почки; 3 – боковой побег так и не пробившийся на поверхность почвы; 4 – рубцы от черешков розеточных листьев. На рисунке А видно, что пазушные почки расположены в почве на глубине 12-14 см.

Имеющийся опыт удаления цветonoсов показывает, что рабочему с бензокосой сложно подрезать их у самой поверхности почвы, где толщина крупных побегов достигает 6-10 см. Как правило, рабочие подрезают цветonoс выше первого надземного узла. В этом случае из боковой надземной почки быстро развивается побег с зонтиком (на 2 недели раньше, чем из подземных почек), на котором вероятность формирования жизнеспособных семян существенно выше. Кроме того, очень часто стебель перерезается не полностью, цветonoс падает на землю, а неподрезанная его часть обеспечивает формирующиеся семена питательными веществами до фазы их полного созревания (рис.18).

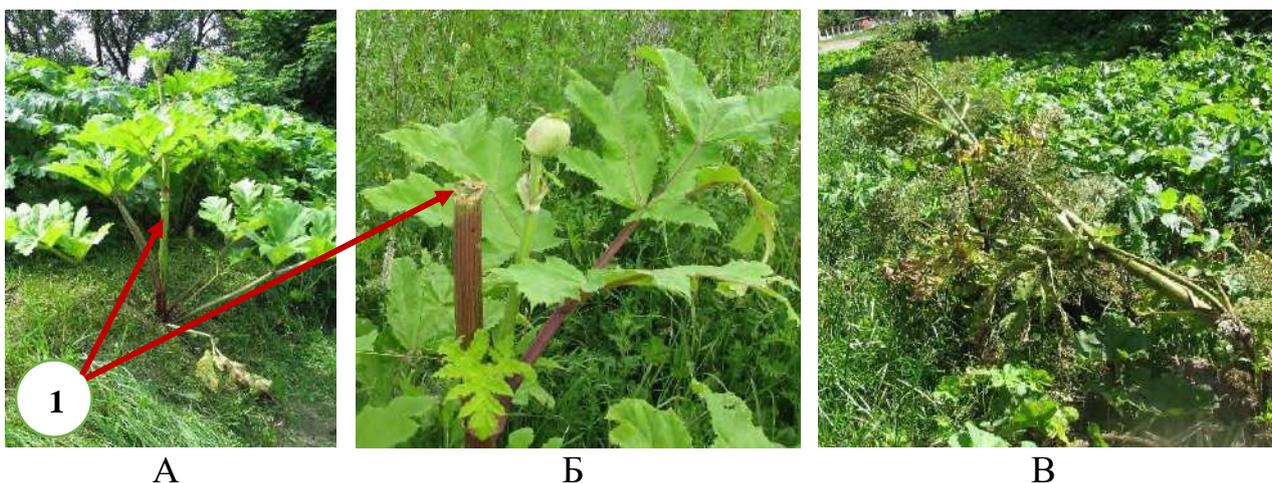


Рисунок 18 – Внешний вид растения в фазу выхода центрального зонтика из листовых оберток (А). 1 – место подрезания цветоноса бензокосой. Внешний вид подрезанного бензокосой растения с развивающимся боковым цветоносным побегом из пазухи листа на надземной части цветоноса (Б). Внешний вид упавшего на землю растения с не полностью подрезанным цветоносом (В). Видны зонтики с созревающими семенами.

Следует обратить внимание на тот факт, что применение ручных кос (литовок) или садовой лопаты для подрезания (кошения) растений борщевика гораздо безопаснее для работника, чем работа с бензокосой. При работе триммера в воздухе образуется суспензия из мелких частиц тканей и сока растения, которая пропитывает одежду, попадает на кожу и даже может проникать в органы дыхания косца.

В интернет-ресурсах рекомендуется также метод, при котором удаляется не цветонос целиком, а только соцветия – зонтики с помощью секатора. Удаление соцветий может быть столь же эффективным, как и уничтожение целого растения. Однако этот метод требует максимальной осторожности и аккуратности, т.к. высока вероятность контакта работающего с органами растения (соцветия), обладающими максимальной обжигающей активностью.

Использование природных патогенов и вредителей гигантских борщевиков. Это наиболее экологичный метод, применение которого позволяло бы поддерживать численность популяций инвазивного вида на экономически и экологически допустимом уровне. В настоящее время выявлено около 15 видов насекомых, из которых наиболее многочисленны и потенциально вредоносны борщевичная пестрокрылка (буравница) и борщевичная фитомиза. Однако методы применения указанных вредителей пока не разработаны.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕРБИЦИДОВ ДЛЯ БОРЬБЫ С БОРЩЕВИКОМ СОСНОВСКОГО

Одновременно с введением борщевика Сосновского в культуру возникла необходимость разработки системы мероприятий по ликвидации его старовозрастных плантаций. С этой целью в 1984-1986 гг. в Московской сельскохозяйственной академии были проведены специальные исследования (Полянский Н.В., 1987). Изучали применение гербицидов 2,4-Д, 2М-4Х, раундапа, тордона 22К, диалена и десиканта реглона. Для искоренения борщевика Сосновского была рекомендована обработка раундапом при норме расхода 7,2-14,4 кг/га в фазу розетки листьев или при их отрастании после первого укоса, последующее через 30 дней лушение почвы на глубину 7-9 см, затем вспашка, предпосевная обработка почвы и посев озимой ржи.

На землях несельскохозяйственного использования, по обочинам дорог рекомендовалось применять лонтрел в норме 4,8 кг/га в фазу цветения борщевика, раундап – 14,4 кг/га в фазу розетки листьев или тордон 22К – в фазу розетки листьев и стеблевания.

В западноевропейских странах для уничтожения гигантских борщевиков используется, главным образом, раундап в максимальной рекомендуемой для борьбы с сорной растительностью дозе – до 6 л/га (до 2 кг/га по действующему веществу) (коллектив авторов «Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками)» Denmark, 2005).

Глифосат – б-фосфонометил-глицин - является наиболее широко используемым в мире системным гербицидом сплошного действия. Создан в 1970 году в США компанией «Монсанто», которая запатентовала его открытие. Первым коммерческим препаратом стал «Раундап», в состав которого входит 360 г/л глифосата (в расчете по кислоте) и 180 г/л поверхностно-активного вещества. К 2000 году срок действия патента истек и в продаже появились многочисленные препаративные формы глифосатсодержащих гербицидов.

Поскольку фосфонометил-глицин является слабой органической кислотой, для повышения растворимости в воде ее переводят в солевую форму – калиевую, этаноламинную, диметиламинную, аммонийную или изопропиламинную. Большинство препаративных форм в качестве действующего вещества содержат изопропиламинную или калиевую соль глифосата.

Содержание действующего вещества в препаративных формах колеблется от 360 г/л (например, Раундап, Торнадо) до 550 г/л (Буран супер, ВР).

Опыт применения глифосатсодержащих гербицидов для уничтожения борщевика Сосновского показывает, что их максимальная доза не превышает 6 кг/га по препарату или 1,5-2,0 кг/га по действующему веществу.

При использовании для борьбы с борщевиком Сосновского глифосатов необходимо учитывать ряд условий для достижения высокой эффективности.

1) Глифосатсодержащие гербициды, в отличие от гербицидов из группы 2,4-Д, действуют на растения в широком диапазоне температур, от +5°C до +25°C;

2) Основной путь проникновения глифосата в растения – через листья. Поступив через листья, гербицид легко перемещается в другие части растения и подавляет их рост. Указанный основной путь проникновения глифосата в растения обуславливает высокие дозы поверхностно-активных веществ в препаратах, что обеспечивает хороший контакт и длительный период нахождения рабочего раствора гербицида на листьях;

3) Глифосат, в отличие от других гербицидов, обладает чрезвычайно высокой способностью связываться с частицами почвы. В адсорбированном состоянии практически не проявляет гербицидной активности. Установлено, что в растения через корневую систему проникает менее 1% глифосата, находящегося в почве;

4) Из свойств гербицида, изложенных в п.2 и п.3 следует, что для эффективного действия глифосата требуется хорошо развитая листовая поверхность у растений, лучше сомкнутая, поскольку рабочий раствор препарата, упавший на поверхность почвы, действия не оказывает. Из этого также следует, что находящиеся в почве семена сорных растений, в том числе и борщевика Сосновского, беспрепятственно прорастают и популяция борщевика или других сорных растений при наличии семян в почве через 2-3 месяца восстанавливается;

5) Поскольку применение глифосатсодержащих гербицидов приводит к полному подавлению вегетирующих растений, на освободившихся от растительного покрова участках происходит массовое развитие мелколепестничка канадского (рис.19.А) и лопуха обыкновенного (рис.19.Б), борьба с которыми может представлять не меньшую проблему, чем с гигантскими борщевиками. Кроме того, на оголившихся от растительного покрова склонах наблюдаются эрозия почвы и даже оползни.



А



Б

Рисунок 19 – Вид участков популяций борщевика Сосновского на следующий год после обработки глифосатом. Развитие на освободившейся территории мелколепестничка канадского (А) или лопуха большого (Б).

Учитывая вышеизложенный недостаток глифосатсодержащих препаратов – адсорбция на почвенных частицах и по этой причине неспособность проникать в растения через корневую систему – шли испытания новых гербицидов для

уничтожения популяций борщевика Сосновского. Выбор был сделан в пользу производных сульфонилмочевин.

Производные сульфонилмочевин, начиная с 1950-х годов, широко используются как лекарственные средства, снижающие уровень глюкозы в крови, и применяемые для лечения сахарного диабета. Способность сульфонилмочевин оказывать гербицидное действие была открыта в 1970-х годах сотрудниками американской фирмы «Дюпон». Первое соединение передано на регистрацию в 1975 году, а через два года был зарегистрирован хлорсульфурон и первый гербицид на его основе под названием «Глин».

Для борьбы с гигантскими борщевиками на основе испытаний рекомендованы и включены в Госреестры Республики Беларусь и Российской Федерации препараты, действующим веществом которых является сульфометурон-метил: Террсан, ВДГ, Анкор-85, ВДГ, Гранж, ВДГ, Веник, ВДГ и др. Все препараты – системные гербициды сплошного действия: концентрация действующего вещества 750 г/кг сульфометурон-метил кислоты, препаративная форма – водно-диспергируемые гранулы.

Указанные гербициды сплошного действия используются для уничтожения двудольных и злаковых сорняков на землях несельскохозяйственного использования – трассы трубопроводов, насыпи и полосы отчуждений железнодорожных и шоссейных дорог, аэродромы. Обычно рекомендуемая доза 0,12-0,35 кг препарата на 1 гектар.

В Госреестр Республики Беларусь для борьбы с борщевиком Сосновского внесен Террсан, ВДГ (регистранты ООО «Агрозащита плюс» РБ и Ningbo Lido International Incorporation, Китай) в дозе 0,3-0,35 кг/га при высоте растений до 30 см на землях несельскохозяйственного использования вне населенных пунктов и в населенных пунктах.

В отличие от глифосата производные сульфонилмочевин проникают в растения через листья и корни, отличаются замедленной скоростью детоксикации в почве и, соответственно, высоким уровнем персистентности, поэтому их применение возможно и для превентивной обработки почвы до всходов растений или осенью. Примененные в максимальной рекомендуемой дозе Террсан, ВДГ и другие аналогичные препараты способны подавлять развитие растительности на обработанной территории до двух лет. Указанное существенное преимущество препаратов на основе сульфометурон-метила в борьбе с гигантскими борщевиками по сравнению с глифосатами является и их недостатком. Применение указанных препаратов приводит к эффекту «голой земли» в течение двух вегетационных сезонов (рис.20).



А



Б

Рисунок 20 – Заросли борщевика Сосновского в районе автозаправочной станции на ул.Кижеватова в г.Минске до обработки (А) и весной на следующий год после обработки препаратом Террсан (Б)

С учетом вышеизложенного, дальнейшие исследования были сосредоточены на обосновании возможностей применения других производных сульфонилмочевин, и в частности метсульфурон-метила, который обладает селективным действием, т.е. позволяющим сохранять злаковый травостой. К

началу испытаний на рынке имелся ряд препаратов, действующим веществом которых является метсульфурон-метил. Это Ларен, СП (фирма Дюпон, Швейцария), Аккурат 600, ВГ (фирма Кеминова, Дания), Магнум, ВДГ (ЗАО Фирма «Август», Россия).

Препараты на основе метсульфурон-метила показали хорошую перспективу для разработки способов борьбы с борщевиком Сосновского и другими инвазивными видами растений. Препарат Магнум, ВДГ (д.в. метсульфурон-метил, 600 г/кг) включен в Госреестр Республики Беларусь в качестве средства для борьбы с борщевиком Сосновского в дозах до 300 г/га (регистраント ЗАО Фирма «Август», Россия). Основные преимущества препаратов на основе метсульфурон-метила обеспечиваются благодаря следующим свойствам:

- ✓ селективность действия, что позволяет сохранять злаковый травостой;
- ✓ все сульфонилмочевинные гербициды имеют единый механизм действия, основанный на ингибировании у растений (особенно у двудольных) фермента ацетолактатсинтазы, которая катализирует одну из реакций биосинтеза незаменимых аминокислот – валина, лейцина и изолейцина;

- ✓ поскольку у человека и животных такой фермент отсутствует, производные сульфонилмочевин малотоксичны и для человека, и для животных. ЛД₅₀ в опытах на крысах для метсульфурон-метила составляет 5000 мг/кг живого веса;

- ✓ активность метсульфурон-метила проявляется в очень малых дозах (до 10 г/га). Она в меньшей степени, чем у препаратов других классов, зависит от факторов внешней среды (температура, гранулометрический состав почв), гербицид быстро (за 2-3 часа) проникает в сорные растения;

- ✓ препараты на основе сульфонилмочевин совместимы с большинством пестицидов, поэтому их можно при необходимости применять в форме баковых смесей.

Накопленный собственный опыт, анализ имеющихся научных данных по механизму действия сульфонилмочевин и технологий применения гербицидов этой группы в конкретных полевых условиях позволяет предложить алгоритм эффективного биорационального применения метсульфурон-метила для искоренения борщевика Сосновского.

Гербицидное действие метсульфурон-метила реализуется в делящихся и интенсивно растущих клетках меристем. Оно происходит быстро (остановка роста) и может осуществляться очень низкими концентрациями гербицида. Однако при нанесении гербицида на закончившие рост листья, большая часть его, как правило, остается в тканях обработанного листа и мало передвигается в другие активно растущие органы. В концентрациях, которые ингибируют деление и рост клеток на 80-90%, метсульфурон-метил оказывает также слабое действие на процессы фотосинтеза, дыхания, синтез белков.

В этой связи обработка растений (в дозе 8-10 г гербицида в 300 л рабочего раствора на 1 га) должна начинаться весной как можно раньше – по активно отрастающим растениям (фаза розетки листьев, лежащих на почве) и молодым проросткам, массово появляющимся из семян, прошедших осенне-зимнюю стратификацию (рис.21. 1-10).



Если время упущено и популяция борщевика представлена растениями, у которых сформировались листья летней генерации (длинночерешковые с огромными по площади листовыми долями), предварительно должно быть проведено скашивание. Обработку гербицидом в этом случае проводят через 5-7 дней после скашивания по молодым интенсивно отрастающим листьям (рис.21.2).



В популяциях с низкой численностью борщевика Сосновского, а также одиночные растения можно обрабатывать на любой стадии развития до бутонизации. В этом случае гербицид достаточно нанести точно в центр розетки листьев весенней генерации (рис.21.3),



на молодой появляющийся лист (рис.21.4) или цветонос (рис.21.5) в центре розетки листьев летней генерации, не обрабатывая все растение целиком.



Такой способ позволяет получать практически 100%-ные эффекты по уничтожению растений, снизить объемы расхода рабочего раствора гербицида и сохранить не только злаковый травостой, но и другие виды двудольных растений, на которые гербицид не попадает, поскольку сплошная обработка участка не проводится.

Через 7-10 дней после обработки отчетливо проявляется действие гербицида в форме пожелтения и скручивания молодых листьев (рис.21.6),



появлении некротических пятен на них (рис.21.7-8)



последующим загниванием молодых листьев и тканей апикальной меристемы растения (рис.21.9-10). Закончившие рост листья, на которые гербицид не наносился, некоторое время функционируют, а затем отмирают в процессе естественного старения или уничтожаются при скашивании травостоя.



На участках, где многие годы активная борьба с борщевиком не велась, сформировались плотные по численности разновозрастных растений популяции и накопился запас семян в почве, обработка должна проводиться увеличенными (до 20-30 г/га) дозами гербицида Магнум. Остаточное количество гербицида в почве несколько лет эффективно подавляет появляющиеся проростки, что приводит к быстрому истощению запаса семян борщевиков.

Накануне обработки рекомендуется сделать маточный раствор гербицида. Рабочий раствор Магнума готовят непосредственно перед применением. Для этого емкость заполняют на $\frac{1}{4}$ объема водой, затем добавляют отмеренное на заготавливаемый объем рабочего раствора количество маточного раствора препарата, тщательно перемешивая, доливают водой до $\frac{3}{4}$ объема, а после перемешивания доливают водой до полного объема. При приготовлении рабочего раствора баковых смесей Магнум вносится в бак опрыскивателя в виде маточного раствора первым. Чрезвычайно важно тщательно очищать и промывать опрыскиватель после работы, поскольку даже незначительные количества метсульфурон-метила способны повреждать чувствительные виды растений, для обработки которых может использоваться данный опрыскиватель. При опрыскивании необходимо самым тщательным образом избегать сноса рабочей жидкости на соседние участки, где могут быть повреждены чувствительные виды растений. Хранить препарат необходимо в специально предназначенных для пестицидов складских помещениях, в герметично закрытой, без повреждений заводской упаковке при температуре от минус 15 до плюс 45°C.

Изложенный высокоэффективный и экологически безопасный биорациональный алгоритм применения препаратов на основе метсульфурон-метила апробирован в производственных условиях (рис.22). Поскольку гербицид наносится точно, вентиляторные опрыскиватели для этих целей малопригодны. Простота способа и минимальный контакт работника с аэрозолем рабочего раствора гербицида позволяет существенно повысить безопасность проводимых мероприятий и даже рекомендовать его применение с использованием бытовых распылителей.



А



Б

Рисунок 22 – Обработка одиночных растений борщевика Сосновского гербицидом Магнум в дозе 10г/га на берегу реки Гайна в г.Логойске Минской области 15 мая 2019 года (А). Вид участка через 3 месяца после обработки (Б)

ФОТОСЕНСИБИЛИЗИРУЮЩАЯ АКТИВНОСТЬ ГИГАНТСКИХ БОРЩЕВИКОВ

Исследованиями, проведенными в годы массового введения борщевика Сосновского в культуру установлено, что по содержанию питательных веществ его зеленая масса не уступает многим известным кормовым культурам. Отличительной особенностью борщевика является наличие большого количества сахаров, благодаря чему зеленая масса хорошо силосуется.

Результаты изучения количественного и качественного состава кумаринов борщевиков показали (И.Ф.Сацыперова, 1984), что в листьях обнаруживается до 15 соединений, из них 3 - оксикумарины, остальные фурукумарины, в том числе псорален, ксантотоксин, бергаптен, ангелицин. Четыре из названных фурукумаринов обладают наибольшей фотосенсебилизирующей (обжигающей) активностью. Все эти соединения обнаружены у борщевика Сосновского, борщевика Мантегацци и борщевика шероховато-окаймленного. Эти виды борщевиков оказались наиболее продуктивными по выходу биомассы, но в то же время и наиболее жгучими.

Кроме кумаринов растения рода Борщевик содержат большие количества эфирных масел. По имеющимся в литературе данным (К.Г.Ткаченко и др., 2013), в фазу стеблевания содержание эфирного масла в листьях составляет 0,65-0,77%, в свежесобранных цветках от 0,52 до 0,94%. Больше всего накапливаются эфирные масла в плодах – от 1 до 10% в зависимости от вида борщевика. Масло в плодах (мерикарпиях) локализовано в эфиромасличных каналах. Главными соединениями в листьях и цветках являются анисовый альдегид и транс-анетол. Качественный состав эфирного масла семян сильно отличается от такового листьев и цветков. Основной компонент эфирного масла семян - восьмиуглеродный тяжелый спирт октанол и его сложные эфиры, к примеру с уксусной кислотой – октилацетат. В эфирном масле семян борщевиков доля октилацетата составляет от 29 до 85%. В отличие от эфирного масла листьев и цветков, эфирное масло семян обладает резким и стойким неприятным запахом.

Вместе с тем, октанол и октилацетат используются в парфюмерной и косметической промышленности, поэтому все виды борщевиков представляют интерес как источники этих веществ. Кроме того, эфирное масло плодов отдельных видов обладает выраженной антибиотической активностью. Предполагается, что такое эфирное масло может быть использовано для создания новых лечебных и профилактических антивирусных средств.

Фотодинамически активные соединения или фотосенсибилизаторы – это вещества, которые способны «усиливать» действие света, а точнее, передавать его энергию другим веществам и тем самым запускать цепочку самых разнообразных физических и химических реакций.

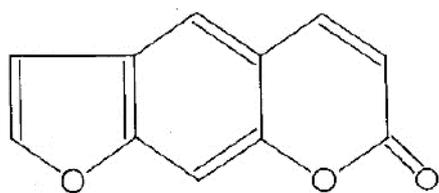
Чтобы органическое вещество было сенсibilизатором, оно должно поглощать свет в видимой или ближней ультрафиолетовой области спектра. Поглотив квант света, молекула переходит в возбужденное состояние, в котором находится миллионные доли секунды. При возвращении в исходное состояние молекула фотосенсибилизатора может рассеять полученную энергию в форме

тепла, может излучить свет, но другой длины волны, чем поглощенный (это явление называют флуоресценцией). Однако есть еще одна возможность, которая реализуется в фотосенсибилизаторах – это переход молекулы в триплетное состояние, более долгоживущее (сотые и тысячные доли секунды). Переход из триплетного в исходное состояние также осуществляется несколькими путями. Это тепловое рассеивание энергии, испускание света (в этом случае оно называется фосфоресценцией). Кроме этого, возбужденная молекула сенсибилизатора может передать полученную энергию другим молекулам или вступить с ними в реакцию.

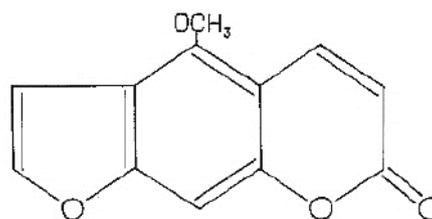
Наибольший интерес в нашем случае представляют те реакции возбужденной молекулы фотосенсибилизатора, которые приводят к образованию свободных радикалов и активных форм кислорода. И свободные радикалы, и активные формы кислорода в дальнейшем запускают цепочку окислительных процессов, приводящих к поражению клеток и тканей человека или животных, на кожные покровы которых попадает сок растения.

Фотосенсибилизаторы встречаются в природе часто, они входят в состав растений. Люди давно подметили явление повышения чувствительности к свету при употреблении в пищу или при контакте открытых частей тела с соком, например, пастернака, петрушки, сельдерея. Как оказалось, все эти растения содержат фурукумарины, которые поглощают ультрафиолетовые лучи с длиной волны 300-400 нм (ближний ультрафиолет), переходят в возбужденное состояние и приводят к воспалительным процессам на коже, называемыми дерматитами.

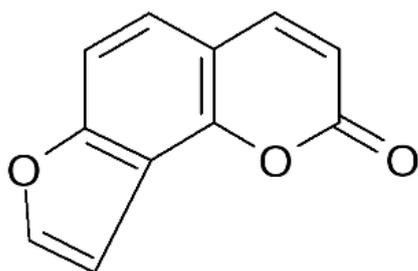
В настоящее время известно более полутора сотен фурукумаринов растительного происхождения. Для 10 фурукумаринов установлена фотосенсибилизирующая активность, из которых она наиболее выражена у псоралена, бергаптена, ангелицина и ксантотоксина.



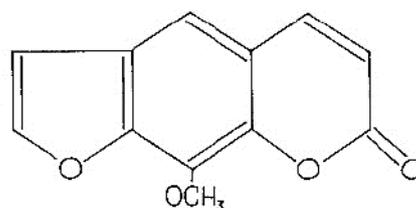
псорален



бергаптен



ангелицин



ксантотоксин

Фотосенсибилизирующая активность фурукумариноносных растений зависит от ряда факторов:

- 1) концентрации фотодинамически активных фурукумаринов в соке растений;
- 2) количества фотодинамически активных фурукумаринов, которые попали на кожу или внутрь организма;
- 3) длительности контакта сока этих растений с кожей человека;
- 4) интенсивности и длительности облучения УФ-лучами участков кожи;
- 5) индивидуальных особенностей человека. Альбиносы, блондины и дети особенно чувствительны к воздействию фурукумаринов.

Известно, что часто достаточно всего одной-двух минут контакта кожи с соком фурукумариноносных растений и 2-х минут последующего облучения солнечным светом в течение первых двух суток с момента контакта, чтобы вызвать ожоги 1-й степени.

Коварство растений, содержащих фотодинамически активные фурукумарины, заключается в том, что при соприкосновении с ними вначале никаких болевых ощущений не возникает. Лишь спустя несколько часов появляется ощущение жжения и зуда, кожа краснеет.

Первые упоминания в литературе о несчастных случаях среди людей, обусловленных их контактом с борщевиками, относятся к 1856 году. Рабочие в одном из парков во Франции в жаркую и влажную погоду вырывали с корнем растения борщевика. На следующий день все они почувствовали сильное жжение на тех частях тела, которые соприкасались с растением. Жжение сопровождалось появлением на коже многочисленных пузырей (К.Корневэн, 1894).

В послевоенные годы на Кавказе молодые побеги и черешки листьев некоторых видов борщевика заготавливали в большом количестве (сотни тонн). Они содержат много сахаров и употреблялись в пищу в сыром (с предварительной очисткой кожицы), вареном, соленом и маринованном видах. Заготавливали и стеблекорни борщевика, из которых после высушивания и измельчения получали муку с высоким содержанием крахмала. Случаи ожогов среди населения были довольно часты и нередко протекали в тяжелой форме.

В последующие годы описаны многочисленные случаи получения ожогов людьми при контакте с борщевиками. Чаще всего ожоги возникали при отдыхе на траве, где имелись растения борщевика, при устройстве подстилок из листьев борщевика для загорания, при посещении зарослей борщевика в купальных костюмах и, вообще, в обнаженном виде. Замечено, что активнее поражается мокрая (например, после купания) или в состоянии обильного потоотделения кожа, а также при наличии росы на растениях.

Какие органы и части растения наиболее опасны при соприкосновении с борщевиками?

В ряде ранних работ по изучению дерматитов, развивающихся при контакте с борщевиками, высказывалось предположение, что причиной воспалительных

процессов является не сок растения, а раздражающее вещество, содержащееся в волосках на поверхности растений (Клепов, 1960). Автор сообщал, что если снять кожу с растения вместе с волосками, а выступивший на стебле сок нанести на кожу человека, то дерматиты не развиваются. Контакты с верхней поверхностью листа, которая лишена волосков, в опытах автора также не приводили к развитию дерматитов.

Наши исследования показали, что черешок листа покрыт (рис. 23.А) многочисленными волосками (трихомами), которые присутствуют и на центральных жилках листовой пластинки, а также на лучиках зонтиков и зонтичков и даже на лепестках цветков.



А



Б



В



Г

Рисунок 23 – Внешний вид трихом (волосков) и их расположение на органах растений борщевика Сосновского: А – листовая черенок; Б – поперечный разрез листового черешка; В – внешний вид волосков, сидящих на шипоподобном основании; Г – волоски на пластинке и черешке молодых листьев.

Каждый волосок (рис. 23.Б, В, Г) сидит на небольшом шипоподобном основании. Волоски совершенно гладкие, одноклеточные, ампулообразные. Внутри они заполнены прозрачной водянистой жидкостью. Волоски размером до 5 мм располагаются в ряд по ребрам листового черешка и наиболее крупных жилок листа. При соприкосновении с кожей волосок обламывается и его содержимое вытекает на открытые части тела. Видимо по этой причине у лиц, использовавших листья борщевика в качестве подстилки для лежания, на поверхности пораженной кожи сохранялся рисунок жилкования листовой пластинки, т.к. именно по жилкам располагаются волоски.

Следует отметить, что обжигающими свойствами, сходными с борщевиками, обладает и ряд других растений природной флоры. Например, пастернак дикий и ясенец белый (неопалимая купина). Необходимо обратить особое внимание на ясенец белый, который благодаря своим высокодекоративным свойствам широко рекомендуется для использования при закладке цветников на приусадебных и дачных участках. Неосторожное обращение с этим растением (особенно цветущим) может обернуться сильными дерматитами на открытых участках тела (рис.24).



Рисунок 24 – Растение ясенца и дерматиты вызванные при соприкосновении с ним ([www. liveinternet.ru / community / 6090631 / post438845229](http://www.liveinternet.ru/community/6090631/post438845229))

Типичная картина поражения

Между длительностью контакта кожи человека с соком растений, продолжительностью облучения солнечными лучами и фотосенсибилизирующей активностью соединений существует прямая зависимость. При различном сочетании перечисленных выше факторов фурукумариноносные растения могут вызывать дерматиты, протекающие по типу ожогов 1-й, 2-й и даже 3-й степени (рис.25).

Эритематозная форма наиболее распространенная, напоминает ожоги 1-й степени. В среднем через 4 часа, на открытых участках тела человека, в местах, пришедших в соприкосновение с растением, возникает чувство жжения различной интенсивности. Еще через несколько часов появляется краснота в виде кругов, овалов или различной ширины полос, взаимное расположение которых часто соответствует жилкам листа борщевика. Зуд и покраснение кожи

достигают максимума к концу 2-3-х суток. На 12-17-й день наблюдается пластинчатое шелушение кожи, после которого остаются темные пигментированные или очень редко депигментированные (белые) пятна.

Эритематозно-буллёзная форма начинается с появления на коже вначале пупул (кожная сыпь в виде узелков), затем на вершинах пупул появляются пузырьки, переходящие в пузыри различной величины (от нескольких мм до 10 см) и формы (от округлых до удлинённых) с серозным содержимым. Эта форма напоминает ожоги 2-й степени и часто сопровождается ухудшением общего состояния пациентов: повышается температура, появляются озноб, слабость, головные боли.

Пузыри вначале напряжены, но через 4-6, иногда 8-10 дней их содержимое рассасывается, они опадают, образуется коричневая корочка. После отпадения корочки остаются пигментированные пятна, как и в случае эритематозной формы. Пигментация бывает различного цвета – от светло-бурого до шоколадного и может исчезнуть лишь через год.



А

Б

Рисунок 25– Поражения соком борщевика: А – начальная стадия поражения в форме покраснения кожи, Б – пузыри, наполненные серозным содержимым

Эрозионно-язвенная форма дерматита, напоминающая ожоги 3-й степени, наиболее тяжелая, возникает редко. Характеризуется наличием различных по глубине изъязвлений кожи, образуется после вскрытия пузырей и особенно при попадании на раны инфекции. После заживления язв, которые часто наполнены гнойно-серозным содержимым, возникают рубцы красновато-бурого цвета. При попадании на раны инфекции заживление сильно затягивается.

Для профилактики развития ожогов после контакта с борщевиком необходимо в первую очередь удалить ядовитый сок салфеткой. Затем обильно промыть пораженный участок водой, желательно с добавлением небольшого количества питьевой соды. В таком растворе кумарины, их производные и эфирные масла растворяются лучше, чем в чистой воде, и соответственно лучше удаляются. Пораженное место следует закрыть от солнечного света на двое суток.

Первая помощь при возникновении ожога:

- ✓ промыть обожженный участок большим количеством прохладной воды;
- ✓ смазать обожженную поверхность противовоспалительным кремом однократно (пантенол, олазол, борный вазелин);
- ✓ не вскрывать образовавшихся пузырей;
- ✓ наложить стерильную повязку на участки, где есть обширные повреждения кожи на месте вскрывшихся пузырей;
- ✓ при небольших повреждениях кожи на участки повреждений после вскрывшихся пузырей нанести подсушивающую мазь (цинковая мазь).

Часто при ожогах, с целью уменьшить боль, применяются так называемые домашние средства. На обожженный участок прикладывают жир, молоко, овощи или дубящие средства. Этого делать не следует, поскольку применение перечисленных средств может привести к инфицированию поверхности.

Прикладывание к месту ожога сырых овощей, глины, кроме обыкновенного заражения обожженной поверхности, может вызвать и столбняк.

Ожоги I и II степени с поражением до 10% поверхности тела лечатся амбулаторно, за исключением ожогов лица, кистей и стоп. В стационарном лечении нуждаются больные с ожогами III степени любой площади поражениями. Кроме того, имеются показания к госпитализации пострадавших с ожогами лица и стоп (даже поверхностными). Это связано с тем, что при ожогах лица уже в течение первых часов, и особенно к концу первых суток, развивается резкий отек мягких тканей, особенно век, что затрудняет или делает невозможным открывание глаз. При ожогах на стопах или в области голеностопных суставов больные не могут самостоятельно передвигаться, кроме того даже небольшие повреждения ступней будут прогрессировать, если ноги не находятся в приподнятом положении в течение как минимум 48 часов.

При необходимости стационарного лечения обращаться за медицинской помощью следует, в зависимости от места проживания, в хирургическое отделение центральной районной больницы, ожоговое отделение областной больницы или приемное отделение Республиканского ожогового центра.

При лечении ожогов в домашних условиях:

✓ на обожженные участки рекомендуется дважды в день наносить ранозаживляющие аэрозоли, пены или кремы (Олазол, Пантенол). Препарат на пораженный участок наносится безболезненно и не травмирует рану. Он создает барьер для проникновения инфекции и обеспечивает теплообмен тканей с окружающей средой, не допуская «парникового эффекта».

✓ участки, покрытые пузырями, протирать дважды в день 60% спиртом. Вместо спирта можно применить 5-процентный водный раствор марганцево-кислого калия или 5-процентный раствор таннина, которые вызывают дубление кожи и образование корки на обожженной поверхности, тем самым ограничивая возможность заражения пораженного участка и ослабляя боль. После смачивания обожженной поверхности растворами марганцево-кислого калия или таннина повязку накладывать не следует.

Какую лечебную тактику применять в отношении пузырей? Большие пузыри, как правило, следует вскрывать, но стерильными ножницами или с помощью иглы для подкожных инъекций. Мелкие пузыри трогать не следует, достаточно наложить асептическую повязку. Если пузырь продолжает расти, следует его вскрыть. После вскрытия пузыря и отхождения жидкости не нужно отрывать покрывку пузыря, а лучше наложить повязку с ранозаживляющим антибактериальным средством (Пантенол, Олазол).

✓ повреждения кожи на месте вскрывшихся пузырей высушивают стерильными салфетками, после чего накладывают стерильную повязку с синтомициновой эмульсией или раствором фурацилина.

✓ для уменьшения болевых ощущений обычно бывает достаточным применение нестероидных противовоспалительных средств внутрь (анальгин, ибупрофен, нимесулид). Для обезболивания можно использовать также и лидокаин местно, однако при этом помнить о возможности тяжелых аллергических реакций на препарат.

✓ для уменьшения зуда и отека можно применить антигистаминные препараты (фенкарол, тавегил, лоратадин).

При любом ожоге, не заживающем в течение двух недель, следует обратиться к ожоговому хирургу.

Профилактические меры при работе с борщевиками

✓ в первую очередь рекомендуются наружные светонепроницаемые средства: перчатки, одежда с удлиненными рукавами и закрытым воротом, защитные очки;

✓ работа в пасмурные дни, поскольку проявление воспалительного процесса на коже (при попадании на нее сока растения) происходит при облучении солнечным светом;

✓ после работы с растениями борщевиков обязательная в домашних условиях обработка открытых частей тела водой с мылом, или обтирание их одеколоном или спиртом;

✓ избегать прямых контактов с растением, особенно в часы, когда на нем обильная роса.

ОСНОВНЫЕ ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Кудинов, М.А. Интродукция борщевиков в Белоруссии / М.А. Кудинов [и др.]; под ред. академика АН БССР Н.А.Дорожкина, – Мн.: Наука и техника, 1980. – 200 с.
2. Сацыперова, И.Ф. Борщевики флоры СССР – новые кормовые растения: перспективы использования в народном хозяйстве. – Л.:Наука, 1984. – 218 с.
3. Практическое пособие по борьбе с гигантскими борщевиками (на основе европейского опыта борьбы с инвазивными сорняками) / ред.Ш.Нильсен, Г.П.Равн, В.Нетвиг, М.Вэйд, Hoersholm, Denmark, 2005. – 43 с.
4. Ecology and Management of Giant Hogweed (*Heracleum mantegazzianum*) / Ed. P. Pysek, M. J. W. Cock, W. Nentwig, H.P. Ravn. 2007. – 352 p.
5. Ламан, Н.А. Гигантские борщевики – опасные инвазивные виды для природных комплексов и населения Беларуси / Н.А.Ламан, В.Н.Проخورов, О.М.Масловский // Институт экспериментальной ботаники им.В.Ф.Купревича НАН Беларуси. – Минск, 2009. – 40 с.
6. Ламан, Н.А., Проخورов, В.Н. Способы ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков: современное состояние проблемы // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 40 / Ин-т экспериментальной ботаники НАН Беларуси – Минск, 2011, С. 469–489.
7. Сорока, С.В. Методические рекомендации по борьбе с борщевиком Сосновского на территории населенных пунктов / С.В.Сорока, Е.А.Якимович, А.А.Ивашкевич. – РУП «Институт защиты растений». – Минск, 2011. – 40 с.
8. Ткаченко, К.Г. Эфиромасличные растения семейств Apiaceae, Asteraceae и Lamiaceae на Северо-Западе России (биологические особенности, состав и перспективы использования эфирных масел). Автореферат дисс. ... д-ра биол. наук, СПб, 2013. – 40 с.
9. Якимович, Е.А. Методические рекомендации по применению гербицидов для борьбы с борщевиком Сосновского / Е.А. Якимович, О.А. Ясючяня, А.А. Ивашкевич. – РУП «Институт защиты растений». – 3-е изд., доп. – Минск, 2013. – 92 с.
10. Ламан, Н.А. Новые подходы к разработке экологически безопасных способов ограничения распространения борщевика Сосновского / Н.А. Ламан, В.Н. Проخورов // Ботаника (исследования): Сборник научных трудов. Выпуск 43 / Ин-т экспериментальной ботаники НАН Беларуси – Минск, 2014,– С. 229-241.
11. Стратегия и план действий по борьбе с борщевиком Сосновского и другими наиболее опасными инвазивными видами растений на территории Республики Беларусь на 2018-2025 гг. (разработаны по поручению Совета Министров Республики Беларусь от 13 сентября 2017 г. № 06/214-212/10533р.). Утверждены решением коллегии Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды №48-Р от 10.08.2018.
12. Стратегия ограничения распространения и искоренения гигантских борщевиков и других опасных инвазивных видов растений: материалы научно-практического семинара (г. Минск, 17–19 сентября 2019 года) / Институт экспериментальной ботаники им. В. Ф. Купревича НАН Беларуси. – Мн: Колорград, 2019. – 88 с.

**Методология и способы ограничения распространения и
искоренения гигантских борщевиков**

Авторы:

Ламан Николай Афанасьевич
Прохоров Валерий Николаевич
Бабков Алексей Владимирович
Сак Михаил Михайлович
Усик Анастасия Викторовна
Олешук Евгений Николаевич
Герасимович Константин Михайлович
Овчинников Игорь Алексеевич